

SEMICONDUCTOR SUPPORTING DEVICE AND ITS MANUFACTURE, COMPOSITE BODY AND ITS MANUFACTURE

Publication number: JP2000106391

Publication date: 2000-04-11

Inventor: OHASHI HARUAKI; FUJII TOMOYUKI

Applicant: NGK INSULATORS LTD

Classification:

- international: H01L21/683; B81C3/00; H01L21/48; H01L23/15; H01L23/373; H01L21/67; B81C3/00; H01L21/02; H01L23/12; H01L23/34; (IPC1-7): H01L21/68

- european: H01L21/48C5P; H01L23/15; H01L23/373H

Application number: JP19990197666 19990712

Priority number(s): JP19990197666 19990712; JP19980226613 19980728

Also published as:

EP0977260 (A2)

US6486542 (B1)

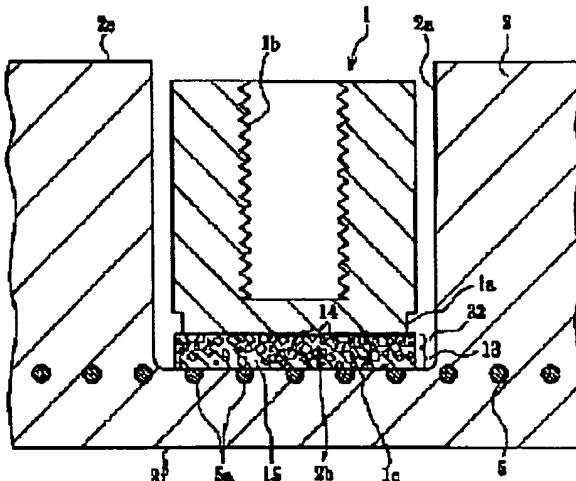
EP0977260 (A3)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2000106391

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve durability for dielectrical cycle of a junction between an insulating material and a terminal by providing a terminal consisting of a composite of a conductive metal matrix and ceramics.

SOLUTION: A substrate 2 of a susceptor is provided with a setting plane 2f and a back plane 2e on the back side. A terminal 1 is housed in the substrate 2. The terminal 1 is composed of metallic/conductive ceramics or a metallic matrix/ceramic composite. An electrode 5 is buried in the substrate 2. A sheet- type bonding material consisting of the metallic matrix/ceramic composite and an intermediate material exist between a bottom 1c of the terminal 1 and a bottom 2b of the housing hole 2a. Under such situation, a bonding agent 32 holds virtually a microstructure of the bonding material prior to heat treatment. The metallic matrix of a jointed layer 13 is jointed to the ceramics 12 by soldering, and is also jointed more solidly to an exposed area 5a of the electrode 5.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性材料からなる基体と、この基体中に埋設されている導電性部材と、この導電性部材に対して接続されている端子であって、導電性を有する金属マトリックスーセラミックス複合体からなる端子を備えていることを特徴とする、半導体支持装置。

【請求項2】 前記端子が、前記導電性部材へと高周波電圧を印加するための高周波電極端子であることを特徴とする、請求項1記載の半導体支持装置。

【請求項3】 前記絶縁性材料が、熱伝導率が20W/m·K以上のセラミックスからなることを特徴とする、請求項1または2記載の半導体支持装置。

【請求項4】 前記金属マトリックスーセラミックス複合体を構成する金属の主成分がアルミニウムであることを特徴とする、請求項1-3のいずれか一つの請求項に記載の半導体支持装置。

【請求項5】 請求項1-4のいずれか一つの請求項に記載の半導体支持装置を製造する方法であって、

0.0001torr以下の圧力の雰囲気中で、前記金属マトリックスーセラミックス複合体を構成する金属マトリックスが溶融する温度で、前記基体および前記端子を熱処理することによって、前記端子を前記基体へと接合することを特徴とする、半導体支持装置の製造方法。

【請求項6】 前記基体と前記端子との間に中間材を介在させ、前記中間材が、前記金属マトリックスーセラミックス複合体を構成する金属マトリックスの主成分を70mol%以上含有する合金からなり、0.0001torr以下の圧力の雰囲気中で、前記金属マトリックスおよび前記合金が溶融する温度で、前記基体、前記端子および前記中間材を熱処理することによって、前記端子を前記基体へと接合することを特徴とする、請求項5記載の半導体支持装置の製造方法。

【請求項7】 絶縁性材料からなる基体と、この基体中に埋設されている導電性部材と、この導電性部材に対して接続されている端子であって、金属または導電性セラミックスからなる端子と、この端子と前記基体との間に介在しており、前記端子および前記基体に対して接合されている結合材であって、金属マトリックスーセラミックス複合体からなる結合材とを備えていることを特徴とする、半導体支持装置。

【請求項8】 前記絶縁性材料が、熱伝導率が20W/m·K以上のセラミックスからなることを特徴とする、請求項7記載の半導体支持装置。

【請求項9】 前記金属マトリックスーセラミックス複合体を構成する金属の主成分がアルミニウムであることを特徴とする、請求項7または8記載の半導体支持装置。

【請求項10】 請求項7-9のいずれか一つの請求項に記載の半導体支持装置を製造する方法であって、前記基体と前記端子との間に前記結合材を介在させ、

0.0001torr以下の圧力の雰囲気中で、前記金

10 10スおよび前記合金が溶融する温度で、前記基体、前記結合材、前記中間材および前記端子を熱処理することを特徴とする、請求項10記載の半導体支持装置の製造方法。

【請求項12】 金属マトリックスーセラミックス複合体からなる一方の部材と、セラミックス、金属、または金属が埋設されているセラミックスからなる他方の部材とを接合する方法であって、

0.0001torr以下の圧力の雰囲気中で、前記金属マトリックスーセラミックス複合体を構成する金属マトリックスが溶融する温度で、前記一方の部材および前記他方の部材を熱処理することを特徴とする、接合体の製造方法。

【請求項13】 前記一方の部材と前記他方の部材との間に中間材を介在させ、前記中間材が、前記金属マトリックスーセラミックス複合体を構成する金属マトリックスの主成分を70mol%以上含む合金からなり、0.0001torr以下の圧力の雰囲気中で前記合金が溶融する温度で前記一方の部材、前記中間材および前記他方の部材を熱処理することを特徴とする、請求項12記載の接合体の製造方法。

【請求項14】 前記他方の部材が、金属が埋設されているセラミックスからなり、前記他方の部材の表面に金属が露出しており、前記一方の部材が前記他方の部材を構成する前記セラミックスおよび前記露出した金属に対して接合されていることを特徴とする、請求項12または13記載の接合体の製造方法。

【請求項15】 請求項12-14のいずれか一つの請求項に記載の製造方法によって得られたことを特徴とする、金属マトリックスーセラミックス複合体と、セラミックス、金属または金属が埋設されたセラミックスからなる部材との接合体。

【請求項16】 セラミックス、金属、または金属が埋設されているセラミックスからなる一方の部材と他方の部材とを互いに接合する方法であって、

前記一方の部材と前記他方の部材との間に、金属マトリックスーセラミックス複合体からなる結合材を介在させ、0.0001torr以下の圧力の雰囲気中で、前記金属マトリックスーセラミックス複合体を構成する金属マトリックスが溶融する温度で、前記一方の部材、前記他方の部材および前記結合材を熱処理することを特徴

50

とする、接合体の製造方法。

【請求項17】前記他方の部材が、セラミックス、または金属が埋設されているセラミックスからなり、前記他方の部材と前記結合材との間に中間材を介在させ、前記中間材が、前記金属マトリックスーセラミックス複合体を構成する金属マトリックスの主成分を70mol%以上含む合金からなり、前記金属マトリックスーセラミックス複合体を構成する金属マトリックスが溶融する温度で、前記一方の部材、前記他方の部材、前記結合材および前記中間材を熱処理することを特徴とする、請求項16記載の接合体の製造方法。

【請求項18】前記他方の部材が、金属が埋設されているセラミックスからなり、前記他方の部材の表面に金属が露出しており、前記一方の部材が前記他方の部材を構成する前記セラミックスおよび前記露出した金属に対して接合されていることを特徴とする、請求項16または17記載の接合体の製造方法。

【請求項19】請求項16-18のいずれか一つの請求項に記載の製造方法によって得られたことを特徴とする、接合体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体支持装置、その製造方法、金属マトリックスーセラミックス複合体の接合方法、金属マトリックスーセラミックス複合体を用いた接合体の製造方法、およびこれにより得られた接合体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】窒化アルミニウム、アルミナ、SiC、SN等のセラミックス基体からなるサセプター類では、電極の端子類は、耐熱性、耐食性、接合性の観点から材質が選択されるが、これらの各要求項目を完全に満たす材質は非常にまれである。例えば、金属端子をセラミックス基体にロウ付けする方法では、接合時の残留応力や、電力のON/OFFに伴う通電サイクルに起因する熱応力等により、セラミックスにクラックが発生する等の不具合が起き易かった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このため、端子に塑性変形能を持たせるために、端子の材質として低融点の金属や高純度金属を使用するなどの方策が考えられるが、端子自体が保形性に劣ることから、端子の変形等の問題が生じるし、あるいはロウ材との過剰な反応により、接合界面が脆化し、接合強度が低下する場合もある。

【0004】この一方、ランクサイド方式によって、金属基複合材料を製造することが知られている（例えば、「セラミックス」32(1997)No.2第93頁-97頁、「ランクサイド方式によるCMCおよびMMCのネットシェイプ製造技術」）。例えば、炭化珪素／アルミニウム系、アルミナ／アルミニウム系の各複合材

料において、ランクサイド法を適用し、溶融アルミニウムとセラミックスとの間の濡れ性を良好にすることが知られている。この方法は、一般に非加圧金属浸透法と呼ばれている。

【0005】この方法では、強化材である炭化珪素やアルミナを用いて、最終的な目的形状に近い形状を有するプリフォームを成形し、プリフォームのうちアルミニウム合金に接觸する表面以外の表面に、成長停止用のパリアー膜を設ける。このプリフォームを、通常800°C程度の窒素中でアルミニウム合金と接觸させると、アルミニウムがセラミックスを濡らしながらプリフォーム中の空洞に浸透し、複合材料を形成する。この複合材料においては、セラミックスとアルミニウムとの界面に窒化アルミニウム層の存在が確認されている。

【0006】しかし、こうした金属マトリックスーセラミックス複合体を、セラミックスや金属、特に絶縁性セラミックスに対して接合することについては、これまで検討されてこなかった。

【0007】本発明の課題は、絶縁性材料からなる基体と、この基体中に埋設されている導電性部材と、この導電性部材に対して接続されている端子とを備えている半導体支持装置において、絶縁性材料と端子との接合部の通電サイクルに対する耐久性を向上させることである。

【0008】また、本発明の課題は、金属マトリックスーセラミックス複合体を、セラミックス、金属または金属が埋設されたセラミックスに対して接合する方法を提供することである。

【0009】また、本発明の課題は、セラミックス、金属または金属が埋設されたセラミックスからなる複数の部材を互いに接合するための、新たな接合方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、絶縁性材料からなる基体と、この基体中に埋設されている導電性部材と、この導電性部材に対して接続されている端子であって、導電性を有する金属マトリックスーセラミックス複合体からなる端子を備えていることを特徴とする、半導体支持装置に係るものである。

【0011】本発明者は、絶縁性のセラミックスからなる基体と端子とを接合する構造において、端子を、導電性を有する金属マトリックスーセラミックス複合体によって形成することを想到した。そして、この端子と基体とを直接接觸させるか、あるいは、この端子と基体との間に、金属マトリックスーセラミックス複合体を構成する金属マトリックスの主成分を70mol%以上含有する合金からなる中間材を介在させた状態で、0.0001torr以下の圧力の窒素気中で、金属マトリックスおよび合金が溶融する温度で絶縁性材料、端子および中間材を熱処理することによって、端子を絶縁性材料へと接合させ得ることを発見した。この端子は、基体に対し

て強固に接合し、通電サイクルを繰り返しても破壊を生じないものであった。

【0012】また、本発明は、絶縁性材料からなる基体と、この基体中に埋設されている導電性部材と、この導電性部材に対して接続されている端子であって、金属または導電性セラミックスからなる端子と、この端子と基体との間に介在しており、端子および基体に対して接合されている結合材であって、金属マトリックス-セラミックス複合体からなる結合材とを備えていることを特徴とする、半導体支持装置に係るものである。

【0013】このような半導体支持装置においても、端子は、基体に対して強固に接合し、通電サイクルを繰り返しても破壊を生じないものであった。

【0014】また、本発明者は、前記の発明を、端子以外の金属マトリックス-セラミックス複合体製の一方の部材と、セラミックス、金属、または金属が埋設されたセラミックスからなる他方の部材と接合する際に、適用することを想到した。この結果、両者を、0.0001 torr 以下の圧力の雰囲気中で、金属マトリックス-セラミックス複合体を構成する金属マトリックスが溶融する温度で、金属マトリックス-セラミックス複合体および他方の部材を熱処理することによって、前記複合体を、他方の部材に対して接合し得ることを発見した。

【0015】この場合においては、金属マトリックス-セラミックス複合体と他方の部材とを直接接觸させた状態で熱処理することができ、あるいは、金属マトリックス-セラミックス複合体を構成する金属マトリックスの主成分を70mol%以上含む合金からなる中間材を介在させることができる。

【0016】また、本発明は、前記の各製造方法によって得られたことを特徴とする、金属マトリックス-セラミックス複合体からなる一方の部材と、セラミックス、金属または金属が埋設されたセラミックスからなる他方の部材との接合体に係るものである。

【0017】また、本発明者は、前述の接合方法を更に発展させ、セラミックス、金属、または金属が埋設されたセラミックスからなる一方の部材と、セラミックス、金属または金属が埋設されたセラミックスからなる他方の部材との間に、金属マトリックス-セラミックス複合体からなる結合材を介在させ、0.0001 torr 以下の圧力の雰囲気中で、金属マトリックス-セラミックス複合体を構成する金属マトリックスが溶融する温度で、一方の部材、結合材および他方の部材を熱処理することによって、両者を接合できることを見いだした。

【0018】この場合においても、金属マトリックス-セラミックス複合体と、一方の部材および他の部材とを直接接觸させた状態で熱処理することができる。あるいは、金属マトリックス-セラミックス複合体を構成する金属マトリックスの主成分を70mol%以上含む合金からなる中間材を、一方の部材と結合材との間、および

／または、他方の部材と結合材との間に、更に介在させることができる。

【0019】また、本発明は、前記の製造方法によって得られたことを特徴とする接合体に係るものである。

【0020】前述したように、金属マトリックス-セラミックス複合体の金属マトリックスが溶融する温度で熱処理することで、接合界面における異物が少ないか、あるいは異物が検出されないような接合体が得られる。この接合部分は、耐熱性が高く、かつ脆さがなく、接合強度が高いために、通電サイクルまたは熱サイクルを繰り返して印加したときの耐久性が高い。

【0021】こうした接合が得られる理由は、接合時の残留応力や通電サイクルに伴う応力が、セラミックス粒子とマトリックス金属の粒界のすべりによる再配列や金属マトリックスの局所的塑性変形により分散・緩和されるからと考えられる。

【0022】本発明の半導体支持装置は、Siウェハーを微細加工するための加工装置に限らず、液晶パネル、マイクロマシン、太陽電池等を製造するための装置を含む。半導体支持装置としては、発熱体、静電チャック用電極、高周波発生用電極が埋設されているサセプターと、このサセプターに対して接合されているシャフトや裏板とを備えている装置を例示できる。

【0023】本発明を半導体支持装置の端子の接合に適用することによって、特に耐通電サイクル性に優れたサセプター類を提供できる。絶縁性材料が、好ましくは、熱伝導率が20W/m·K以上のセラミックスからなる。また、端子が導電性であるとは、サセプターの高周波電極端子、ヒーター端子、静電チャック用端子として機能し得る程度の導電性を有することを意味している。具体的には例えば、体積抵抗率が0.001Ω·cm以下であるものが良い。

【0024】また、基体に盲孔ないし凹部を形成し、この凹部の中に端子を収容し、端子を基体に接合する際には、前記複合体が、ロウ接合時に、溶融したロウを適度に吸収したり、あるいはロウ材の不足分を供給する、緩衝効果をもつことが判った。これにより、端子周辺のフィレットの形状を適切なものとできるため、生産時のろう材の微小な過多、過少に起因する接合状態のバラツキを抑えることができる。

【0025】特に好ましくは、金属マトリックス-セラミックス複合体からなる端子を、高周波電極端子として使用する。この理由を述べる。金属からなる高周波電極端子を使用した場合には、高周波電流は、端子の表面近傍の限られた場所に沿って流れるため、実質的な電気抵抗が高くなるか、あるいは局部発熱等の原因となる。金属マトリックス-セラミックス複合体は、電気的に見れば、導電性物質の細線を束ねたものに近いため、高周波電流は、各細線に分散して流れるため、高周波電流が流れれる領域の有効断面積が、金属端子の場合よりも大きくなる。

なり、良好な通電性が得られたものと考えられる。

【0026】金属マトリックスーセラミックス複合体は、その特徴である耐摩耗性による低パーティクル性も得られるため、電極端子のみならず固定端子等にも好適である。

【0027】前記複合体を構成する金属マトリックスは、アルミニウムが主成分であることが特に好ましいが、これは接合温度が比較的低くできる上に、アルミニウム自体が柔らかい金属であるためである。A1以外には、Mg, In, Sn, Pb, Biが好ましい。

【0028】複合体中のセラミックス粒子の配合量は、適宜選択すればよいが、20～80%が目安である。セラミックス粒が少なすぎても多すぎても、緩衝効果が小さくなる。セラミックス粒子の粒度分布は、広い方が好ましい。バイモーダルな粒度分布も良い。これは、金属マトリックス中の充填効率を高めるだけでなく、ある程度不均一な微構造の方が、緩衝効果が高まるからである。

【0029】複合体を構成するセラミックスの熱膨張係数は、接合対象であるセラミックスと同程度かあるいはそれ以下であることが好ましい。例えば、セラミックス部材がAlNやアルミナの場合は、配合粒子にAlN, アルミナ, SiC, SiO₂を選択することができる。

【0030】複合体を構成するセラミックスは、アルミニウム系セラミックスが特に好ましく、アルミナ、窒化アルミニウムが一層好ましい。

【0031】複合体を製造する方法は限定されないが、以下の方法が好適である。例えば、所定のセラミックス粒子を、イソプロパノールなどの溶媒に分散させた後、液状アクリル共重合物バインダなどの有機バインダーと混合させ、大型ポットミルで2～40時間攪拌混合して、スラリーを形成する。その後、スラリーを防爆型スプレードライ機を用いて、粒径30～100μmに造粒する。次いで、造粒粉末を所定の金型に入れ、油圧プレス機などにより200～7000kgf/cm²の圧力を加圧成形の上、脱脂することにより、プリフォームを製造する。

【0032】なお、有機バインダーによってスラリーを製造する代わりに、セラミックス粒子にエタノールなどを噴霧により混合させた粉末を得、これを上記と同様に加圧成形することによって、プリフォームを製造することもできる。

【0033】プリフォームに、所定の金属マトリックスを浸透させる。この際には、例えば、自発浸透法、加圧浸透法、真空浸透法を採用できる。特に好ましくは、アルミニウム合金中に、マグネシウム、チタン、ジルコニウムおよびハフニウムからなる群より選ばれた一種以上の活性金属（特に好ましくはマグネシウム）を、1mol%以上、10mol%以下含有している。

ミックスとの界面に、窒化アルミニウムを生成させることによって、セラミックスとマトリックスとの濡れ性を良好にする。

【0034】いずれの発明においても、中間材を使用する場合には、複合体の金属成分より溶融温度が低い金属からなる中間材を使用することが好ましい。この溶融温度の差は、金属マトリックスの溶融よりも中間材の溶融が先行するようであれば良いが、両者の差が15℃以上であることが特に好ましい。これによって、接合体の全体としての保形性が向上する。

【0035】中間材は、シート形状でも粉末あるいはペーストでも良い。

【0036】中間材を挿入する方が、接合界面が傾斜的構造となり易いので、好ましい。中間材の厚さは、0.05mm～0.5mmが好ましい。中間材が薄いと、作業性が低下し、一ヶ所に固まるなどの不具合が起き易くなる。中間材が厚すぎると、純粋に合金とセラミックスとの接合体に近くなり、前記複合体の効果が得られにくくなる。前記複合体は、金属とセラミックスとの緩衝材として使ってもよいし、複合体それ自体を端子として使用してもよい。いずれの場合も、複合体が薄すぎると、その緩衝効果が弱まるので、複合体の厚さを0.5mm以上とすることが好ましい。

【0037】中間材は、金属マトリックスーセラミックス複合体を構成する金属マトリックスの主成分を70%以上含有している。従って、中間材は、特に好適な態様においては、アルミニウム含有量が70mol%以上であるアルミニウム合金からなる。この場合には、中間材におけるアルミニウムの含有量が70mol%未満であると、残余の金属元素と、マトリックス中のアルミニウムもしくはアルミニウム合金が、合金化し、あるいは金属間化合物を生成し、脆化の原因となる。

【0038】また、特に好ましくは、中間材中には、マグネシウム、チタン、ジルコニウムおよびハフニウムからなる群より選ばれた一種以上の活性金属（特に好ましくはマグネシウム）を、1mol%以上、10mol%以下含有している。

【0039】中間材における活性金属の割合を1mol%以上とすることによって、基材中の金属成分や強化材との親和性が向上し、浸透しやすくなる。活性金属の割合を10mol%以下とすることによって、脆化の原因となる金属間化合物等の局所的な生成を抑制することができる。

【0040】なお、中間材中の主成分金属の含有量は、中間材の全含有量を100mol%とした場合に、活性金属成分の含有量および後述する第3成分の含有量の合計を、100mol%から差し引いた残部である。

【0041】中間材中には、前記主成分となる金属（好ましくはアルミニウム）と、前記活性金属とは別に、第3成分を含有させることができる。第3成分として珪素

またはホウ素を用いることが、主成分に影響を与えない点から好ましい。こうした第3成分の作用は、融点の低下である。同じ温度でも、第3成分を添加することによって、中間材の流動性が良くなる。第3成分の含有割合は、1.5-10mol%とすると、更に好ましい。

【0042】更に好適な態様では、中間材を構成する合金は、マグネシウムを1-6mol%含有し、珪素を1.5-10mol%含有するアルミニウム合金である。

【0043】また、接合にあたり、セラミックス部材ないし基体の接合面と複合体との間に、マグネシウム、チタン、ニッケル、ジルコニウムおよびハフニウムからなる群より選ばれた一種以上の金属からなる膜を、スパッタ、蒸着、摩擦圧接、メッキ等の方法により設けることができる。また、接合にあたり、セラミックス部材または基体の接合面と複合体との間に、マグネシウム、ニッケル、チタン、ジルコニウムおよびハフニウムからなる群より選ばれた一種以上の金属からなる箔を介在させることができる。

【0044】端子が導電性セラミックスからなる場合は、導電性セラミックスとしてはTiB₂、B₄C、TiC、カーボンが好ましい。

【0045】また、熱処理の前に、セラミックス部材または基体の接合面を酸溶液またはアルカリ溶液で洗浄することによって、各接合面上の酸化膜と窒化膜との少なくとも一方を除去することが好ましい。こうした酸化膜あるいは窒化膜が接合界面に残留していると、中間材やマトリックスが、接合界面を横断して基材中へと浸透していくのを、阻害するおそれがある。

【0046】熱処理時の雰囲気は、各基材の表面の酸化、窒化を防止するのに有効な程度、高真空である必要があり、このため、1×10⁻⁴Torr以下である。他方、熱処理時の金属成分の蒸発を防止するという観点からは、1×10⁻¹Torr以上であることが好ましい。

【0047】金属マトリックスを溶融させるための熱処理温度は、金属の融点以上であるが、融点よりも20℃以上高いことが好ましい。また、セラミックスへのダメージを抑制するためには、金属の融点と熱処理温度との差は50℃以下であることが好ましい。

【0048】図1は、本発明の一実施形態に係る端子1の接合前の状態を示す。サセプターの基体2には、設置面2f、背面2eが設けられており、背面2e側には収容孔2aが形成されている。収容孔2a中には端子1が収容されている。端子1は、金属、導電性セラミックス、または金属マトリックスーセラミックス複合体からなる。基体2中には所定の電極5が埋設されており、電極5の一部5aが収容孔内へと露出している。端子1にはネジ孔1bと凹み1aとが設けられている。端子1の底面1cと収容孔2aの底面2bとの間には、金属マトリックスーセラミックス複合体からなるシート状の結合

材3と、中間材4とが介在している。

【0049】この状態で熱処理を行うことによって、図2の接合体を得る。端子1の底面1cが、収容孔2aの底面2bに対して、結合材32および接合層13によって接合されている。ここで、接合材32は、熱処理前の接合材3の微構造をほぼ留めている。接合層13は、熱処理前の中間材の溶融によって生じている。ただし、結合材32を構成する金属マトリックス15の一部は下方へと向かって流出し、接合層13の方に流入し、両者の継ぎ目が消失している。接合層13の金属マトリックスは、セラミックス2に対しても、ろう付け作用によって接合するが、電極の露出部5aに対して、より強固に結合する傾向がある。

【0050】図3は、本発明の他の実施形態に係る端子11の接合前の状態を示す。収容孔2a中には端子11が収容されている。端子11にはネジ孔11bと凹み11aとが設けられている。本例の端子11は、金属マトリックスーセラミックス複合体からなる。端子11の底面11cと収容孔2aの底面2bとの間には、中間材4が介在している。この状態で熱処理を行う。

【0051】図4は、熱処理後の端子の接合部分の構造の一例を示す。端子11の上部11eは、熱処理前と比べてほとんど変化しない。端子11の下部11dは、熱処理後は領域12にはほぼ対応する。ただし、領域12と接合層13との継ぎ目は消失している。複合材領域12は、相対的にセラミックス粒子14が稠密であり、接合前の複合体の微構造を残している。一方、接合層13では、複合体を構成する金属マトリックスの溶出によって、更には必要に応じて設けた中間材の溶融によって、金属マトリックス15が主流を占め、セラミックス粒子14が相対的に疎である。この金属マトリックス15が、更に電極5の露出部分5aへと向かって強固に結合する傾向がある。

【0052】図5の例においては、いわゆるカバーブレート16（他方の部材）に対して、2個の金属マトリックスーセラミックス複合体製の固定端子17（一方の部材）が接合されている。16a、17aは各貫通孔である。

【0053】図6の例においては、前記複合体製の平板19を介して、例えば窒化アルミニウム製の円盤形状のサセプター18（一方の部材）と、アルミナ製の基盤20（他方の部材）とが接合される。

【0054】

【実施例】（接合実験1）平均粒径25μmの窒化アルミニウム粒子を、イソプロパノール溶媒中に分散させ、液状アクリル共重合物バインダーを添加して、大型ポットミルで4時間攪拌混合させ、スラリーを得た。このスラリーを、防爆型スプレードライ機によって造粒させて、粒径約150μmの球状造粒粉を得た。この造粒粉を所定の金型に充填し、油圧プレスを用いて200kg

f/cm^2 の圧力で一軸加圧成形し、直径380、厚さ30mmの大型プリフォームを製造した。

【0055】このプリフォームを十分乾燥、脱脂させた後、アルミニウム合金（アルミニウム92.6mol%、マグネシウム5.5mol%、シリコン1.9mol%）の融液に、窒素-1%水素の雰囲気中、1.5気圧の圧力下、900°Cで24時間接触させ、非加圧金属浸透法によって、アルミニウムを含浸させ、プリフォームを融液から引き上げ、複合体を得た。AIN粒の配合量は70%である。これによって、寸法20×20×2×20mmの複合体試料を得た。また、寸法20×20×2×20mmの、純度99.9%の窒化アルミニウム焼結体試料を製造した。

【0056】複合体試料とAIN焼結体試料との各接合端面を、いずれも#800の砥石で研削した。次いで、各研削面をアセトン及びイソプロピルアルコールで洗浄した後、70°Cの30%アンモニア水で10分間、洗浄した。寸法20×20×0.1mmに圧延したAl-10Si-1.5Mg合金シートを、複合体試料とAIN焼結体試料との間に1枚挿入し、準備した。さらに、20×20×10mmのカーボンブロックと、20×20×5mmのMoブロックを積み重ねてセットし、 3×10^{-5} Torr以上の真空中で640°Cまで昇温し、10分保持の後、炉内で冷却した。「JIS R1601」に従い、接合体の4点曲げ強度を測定したところ、170MPaであった。

【0057】図7、図8は、複合体とAIN焼結体試料との接合界面の二次電子像を示す写真である。

【0058】（接合実験2）各研削面をアンモニア水で洗浄した後、AIN焼結体試料の研削面にNiメッキを施した。それ以外は実験1と同様とした。曲げ強度は80MPaであった。

【0059】（接合実験3）金属マトリックス-セラミックス複合体として、平均粒径70μmのSiC粒とアルミニウム合金を非加圧浸透法にて複合させて得たプロック状の試料を用いた。SiCの配合量は、70%である。これ以外は実験1と同様とした。曲げ強度は80MPaであった。

【0060】（接合実験4）各研削面をアンモニア水で洗浄した後、AIN側にNiメッキを施した。これ以外は実験3と同じである。曲げ強度は100MPaであった。

【0061】（接合実験5）Al-10Si-1.5Mg合金シートを挿入させず、複合体とAIN焼結体を直接接触させた。これ以外は実験3と同じである。曲げ強度は50MPaであった。

【0062】（接合実験6）Al-10Si-1.5Mg合金シートを挿入させず、AIN焼結体試料を直接接触させた。これ以外については実験4と同じである。曲げ強度は70MPaであった。

【0063】（接合実験7）AIN焼結体試料の代わりに、99.5%アルミナを用いた。それ以外は実験2と同じである。曲げ強度は110MPaであった。

【0064】（接合実験8）AIN焼結体試料の代わりに、99.6%アルミナを用いた。それ以外は実験4と同じである。曲げ強度は130MPaであった。

【0065】（接合実験9）金属マトリックス-セラミックス複合体の代わりに、同じ寸法のFe-50.5Ni合金を用いた。それ以外は実験1と同じである。曲げ強度は35MPaであった。

【0066】なお、各複合体試料、あるいはFe-50.5Ni合金試料の密度、熱膨張係数、室温でのヤング率を表1に示す。

【0067】（接合実験10）接合実験2において、金属マトリックス-セラミックス複合体試料の寸法を20mm×20mm×4mmとし、AIN焼結体試料の寸法を20mm×20mm×18mmとした。複合体試料のAIN焼結体試料との接合面の反対側には、Al-10Si-1.5Mg合金シートを挟み、寸法20mm×20mm×18mmのモリブデン試料を接合した。これ以外は実験2と同様にして接合を行った。得られた接合体の曲げ強度は90MPaであった。

【0068】

【表1】

	金属マトリックス-セラミックス複合体		Fe-50.5Ni
	Al-AlN	Al-SiC	
密度 g/cm ³	3.1	3.1	8.3
熱膨張係数 ppm/K (40-500°C)	10.3	8.3	9.9
室温でのヤング率 GPa	200	250	160

【0069】（端子の接合実験A）図1を用いて説明したようにして、端子1を基体2に接合した。具体的には、図9に模式的に示すサセプターを製造し、図8に示すようにして評価した。高周波電極と静電チャック電極を兼ねたMoメッシュ5と、発熱素子としてのMoコイル25を、純度99.9%のAINの成形体中に埋設し、これを焼結して静電チャックヒーターを得た。Moメッシュ5には1ヶの高周波電極端子1を設け、Moコイルには2ヶの電極端子22を設けた。25aはコイルの露出部分である。

【0070】いずれの電極端子1、22も、接合実験1で用いた金属マトリックス-セラミックス複合体によって形成した。図1のようにMoメッシュ5を5aのように露出させた丸穴2aの底部2bの上に、直径φ5mm×0.2mmの合金シート（Al-10Si-2Mg）4、直径φ5mm×1.3mmの加工した複合体板（接合実験1で用いた金属マトリックス-セラミックス複合体によって形成した板）3、直径φ7mm×7mm

の電極端子の順で配置した。電極端子と合金シートは、アセトン及びイソプロピルアルコールによって洗浄した。複合体板3、収容孔の底部は、アセトン、イソプロピルアルコールで洗浄した後、70℃の30%アンモニア水で洗浄した。電極端子1の上に、20×20×50mm³のMoブロックを積み重ねてセットした。コイルの方の電極端子も同様にしてセットした。3×10⁻⁵Torr以下の圧力の真空中で640℃まで昇温し、10分保持し、炉内で冷却した。23、24は耐熱レンガであり、26はシリコンウエハーである。

【0071】得られた静電チャックヒーターを真空チャンバー28に取り付け、高周波電極端子1にはRF電源29を接続し、ヒーター端子22にはサイリスタ制御による交流電源30を接続した。27は高周波電極である。圧力0.1 Torrのアルゴン中で昇温速度20℃/minで昇温し、400℃にて10分間保持した後、電源をOFFにして放冷した。100℃まで冷えてから、再度昇温、保持を繰り返した。このサイクルを50サイクル繰り返した。RF印加は、400℃保持した時のみとした。

【0072】試験終了後に、各端子付近の断面観察を行い、クラック等の不具合がないことを確認した。

【0073】(端子の接合実験B)端子の接合実験Aにおいて、3個の電極1、22をモリブデンによって形成した。また、モリブデン製端子と収容孔の底部との間に、直径5mm、厚さ2mmの円板形状の複合体板(接合実験1で用いた金属マトリックス-セラミックス複合体によって形成した板)を介在させた。端子と複合体板との間、複合体板と収容孔の底部との間には、それぞれ、直径5mm×厚さ0.2mmの合金シート(A1-10Si-1.5Mg)を挿入した。これ以外は端子の接合実験Aと同様にして、静電チャックヒーターを製造し、上記の50サイクルの熱サイクル試験に供した。この後、各端子付近の断面観察を行ったところ、クラック等の不具合はなかった。

【0074】(端子の接合実験C)次に、3個の電極端子1、22を、金属マトリックス-セラミックス複合体ではなく、接合試験9で用いたFe-50.5Ni合金によって形成した。これ以外は実験Aと同様にして静電チャックヒーターを作製し、同様の試験を行った。この結果、29サイクル目でRF電極端子1がはずれ、印加不能となった。その後、ヒーターのみ通電サイクルを繰り返し、50サイクル終了後、端子22付近の断面観察を行ったところ、接合部付近にクラックを認めた。

【0075】

【発明の効果】以上から明らかなように、本発明によれば、絶縁性材料からなる基体と、この基体中に埋設されている導電性部材と、この導電性部材に対して接続されている端子とを備えている半導体支持装置において、絶縁性材料と端子との接合部の通電サイクルに対する耐久性を向上させることができる。

【0076】また、本発明によれば、金属マトリックス-セラミックス複合体を、セラミックス、金属または金属が埋設されたセラミックスに対して接合する方法を提供できる。

【0077】また、本発明にられば、セラミックスや金属からなる一方の部材を、セラミックスまたは金属からなる他方の部材に対して接合するため、新たな接合方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】金属、導電性セラミックスまたは金属マトリックス-セラミックス複合体からなる端子1と、絶縁性材料からなる基体2とを接合する前の状態を模式的に示す断面図である。

【図2】端子1と基体2とを接合した後の状態を模式的に示す断面図である。

【図3】金属マトリックス-セラミックス複合体からなる端子11と、絶縁性材料からなる基体2とを接合する前の状態を模式的に示す断面図である。

【図4】端子11と基体2とを接合した後の状態を模式的に示す断面図である。

【図5】いわゆるカバーブレート16(他方の部材)に対して、2個の金属マトリックス-セラミックス複合体製の固定端子17(一方の部材)が接合されている状態を示す正面図である。

【図6】複合体製の平板19(結合材)を介して、円盤形状のサセプター18(一方の部材)と、アルミナ製の基盤20(他方の部材)とが接合されている状態を示す断面図である。

【図7】接合実験1における接合界面の二次電子像を示す写真である。

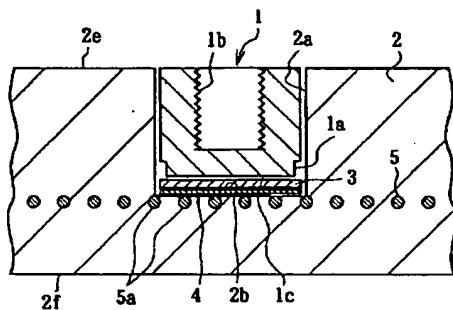
【図8】接合実験1における接合界面の二次電子像を示す写真である。

【図9】通電サイクル試験装置の概略図である。

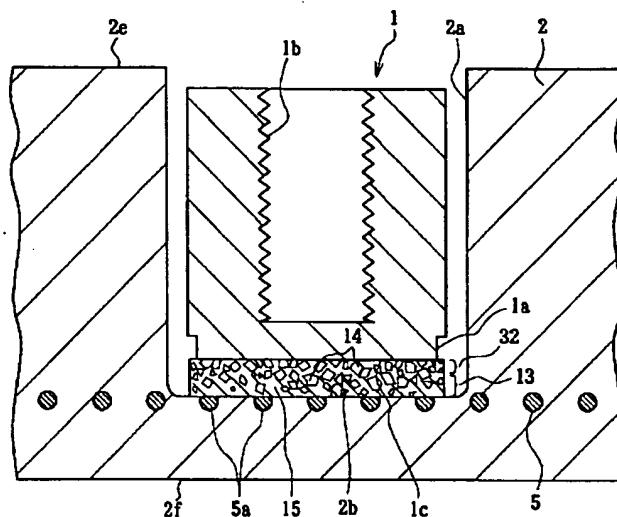
【符号の説明】

1. 11 電極端子、2 絶縁性材料からなる基体、3 金属マトリックス-セラミックス複合体からなる結合材、4 中間材、5 高周波電極、14 セラミックス粒子、15 金属マトリックス、25 コイル

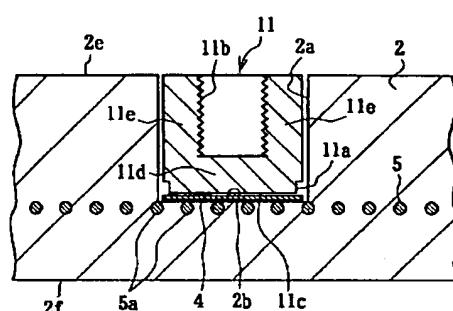
【図 1】



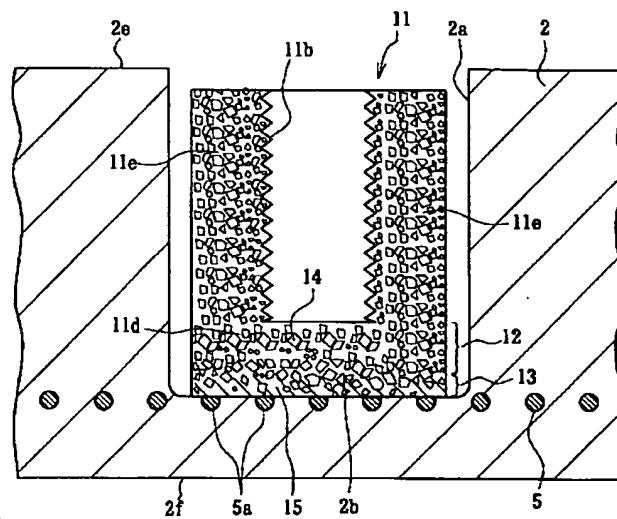
【図 2】



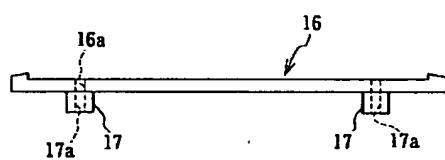
【図 3】



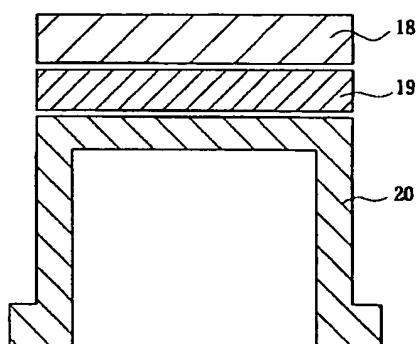
【図 4】



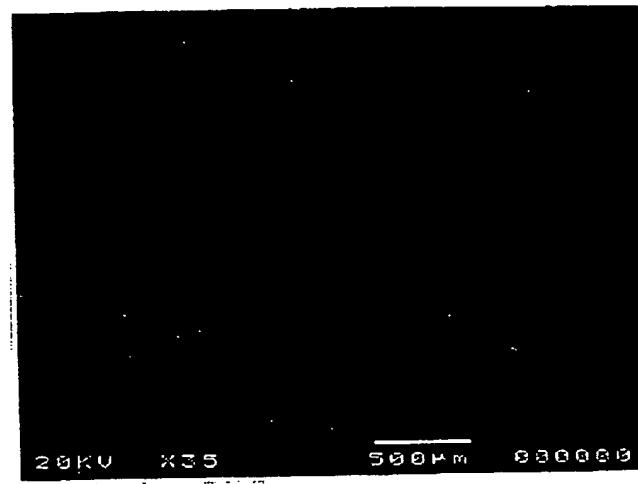
【図 5】



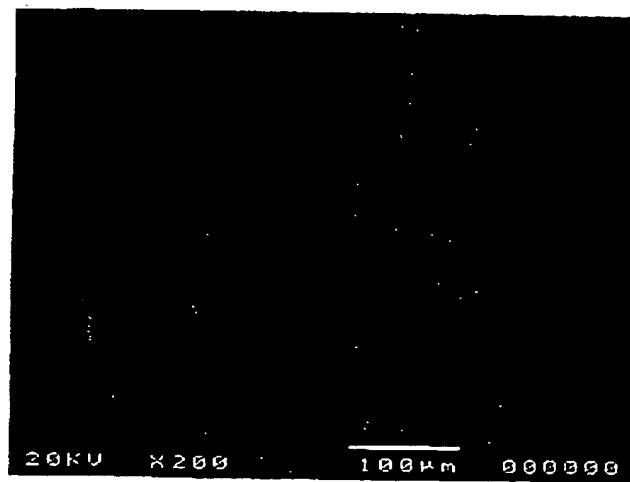
【図 6】



【図7】



【図8】



【図 9】

